

Relatório de Viagem à Europa

ENG. JOSÉ MEICHES

Diretor da Divisão de Planejamento e Obras do DAE

ENG. ESTANISLAU BLUMBERG

Chefe do Laboratório Central do DAE

1 — Introdução —

A viagem a que se refere o presente relatório teve origem no desejo da Diretoria Geral do Departamento de Águas e Esgotos de São Paulo de investigar os problemas de abastecimento de água de cidades com utilização de mananciais que se situam em regiões de grande densidade demográfica ou de elevada concentração industrial, com conseqüente teor elevado de poluição nas águas naturais. Outro aspecto visado na investigação era o de contacto mais próximo com as técnicas européias de Engenharia Sanitária nos campos de Abastecimento de Águas e de Sistemas de Esgotos, permitindo interessantes e necessárias comparações com a técnica americana com a qual tem sido mais frequente o nosso contacto no Brasil.

Designados que fomos pelo Departamento de Águas e Esgotos, cuidamos de organizar programa que pudesse permitir a mais ampla cobertura dos objetivos visados no limitado espaço de tempo disponível e acreditamos ter conseguido o objetivo, especialmente em face da gentil colaboração de diversas pessoas e entidades a quem desejamos testemunhar reconhecimento e agradecimento pela organização de visitas a fábricas de equipamentos e serviços de águas e esgotos, marcação de entrevistas com autoridades diversas e técnicos de renome, e assim por diante. Nesse particular desejamos distinguir aos srs. John Dubber e Guilherme von Atzingen da firma Parson, Crosland e Cia Ltda., sr. M. Brichta da Dégremont-Rein, srs. Carlos Alberto Fortuna e Paul Petersen da Dorr-Oliver e aos engenheiros Max Lothar Hess e Alyr Doria.

O roteiro organizado nos levou à Inglaterra, França, Holanda e Alemanha, onde realizámos as atividades abaixo descritas e que passamos a descrever, país por país, dentro da ordem de percurso.

2 — INGLATERRA —

2.1 — Manchester

A primeira cidade visitada neste país foi **Manchester**, um dos grandes centros industriais do país. Nas proximidades de Manchester visitamos inicialmente as instalações da renomada fábrica de equipamentos destinadas ao tratamento de esgotos e de resíduos industriais, Ames Crosta Mills e cuja linha de fabricação inclui grades mecânicas, removedores de areia (desareiaadores), equipamentos para decan-

tadores, cones de aeração mecânica, etc. numa grande variedade para todos os tipos de tratamento. Essas instalações acham-se em Heywood, Lancashire e da visita realizada ressaltamos os contactos tidos com a diretoria da empresa a quem pudemos oferecer uma idéia do enorme campo de atividades de Engenharia Sanitária que São Paulo e o Brasil representam. Pudemos sentir então o mesmo fato que pudemos comprovar posteriormente em outras organizações industriais da Inglaterra e também no continente europeu, de que essas empresas dispõem-se a instalar fábricas no Brasil para produção de seus equipamentos e de fato têm estudos desenvolvidos sobre a matéria, em conjunto com suas representantes locais. A implantação de instalações no Brasil representa uma conseqüência das considerações que prevalecem na Europa de que existe uma arrancada para o desenvolvimento em nosso país o que forçará progressos no sentido do saneamento básico, isto é, nos sistemas de águas e esgotos; assim, equipamentos que têm sido importados em recentes anos, poderão ser fabricados aqui com uma combinação dos recursos locais com os recursos europeus, não só técnicos como também financeiros.

Em Manchester e arredores tomámos contacto pela primeira vez com os esforços constantes dos ingleses na defesa da qualidade das suas águas naturais. Representando a Inglaterra um país com pequena extensão territorial, bacias hidrográficas relativamente reduzidas e densidade demográfica elevada, fácil é de entender que a desatenção com a questão do destino final dos esgotos poderia levar a conseqüências catastróficas no tocante à deterioração da qualidade das águas naturais superficiais e a dificuldades no abastecimento de água doméstico e industrial, mormente quando se sabe da pequena possibilidade de utilização dos lençóis subterrâneos. O controle da poluição das águas é a chave essencial que abre o caminho à utilização das águas superficiais na Inglaterra e é exercido com a mais cuidadosa atenção na bacia de cada rio, a partir de uma autoridade para tal fim estabelecida — o Conselho do Rio (River Board); essa autoridade é que estabelece as características que um afluente de esgotos deve ter para poder ser descarregado no curso de água, dentro do esquema geral de sua conservação e com análise de caso por caso.

Verificamos no tocante às estações de tratamento visitadas que na Inglaterra, assim como no continente europeu, ocorre o que já observáramos anteriormente nos Estados Unidos, a utilização pre-

Fig. 1 — WORSLEY, INGLA-
TERRA — Decantador Secundário
Ames Crosta Mills.

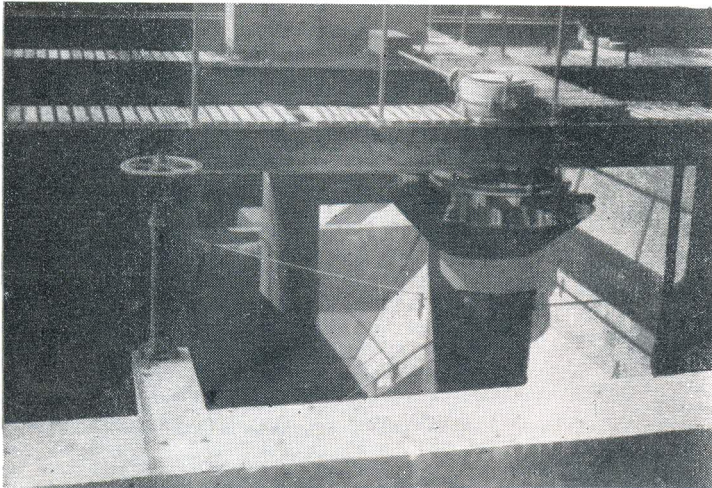
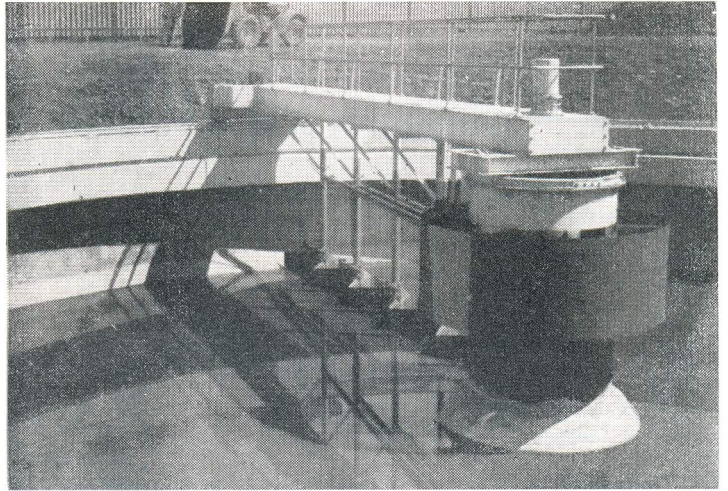
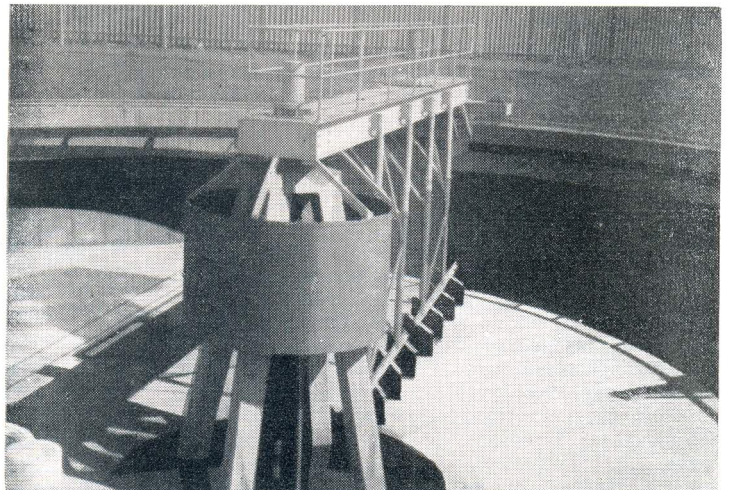


Fig. 2 — WORSLEY, INGLA-
TERRA — Cone "Simplex" AMC.

Fig. 3 — WORSLEY, INGLA-
TERRA — Decantador primário
— Ames Crosta Mills.



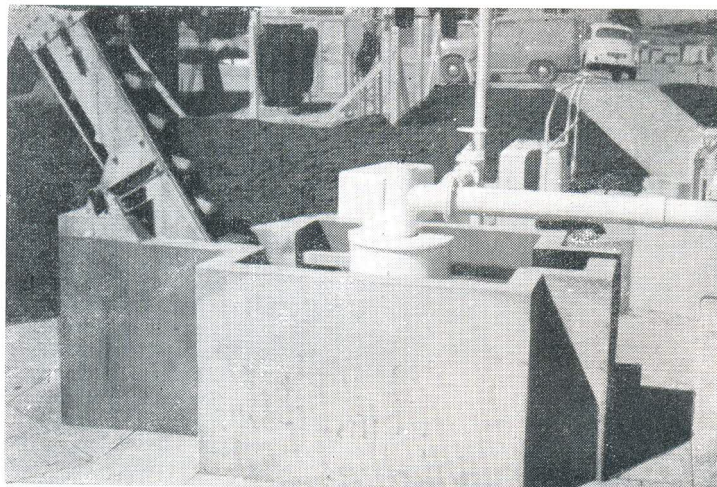


Fig. 4 — WORSLEY, INGLATERRA — Desareizador ("grit-remover") Ames Crosta Mills, do tipo Vortex-degritter.

Fig. 5 — WORSLEY, INGLATERRA — Estação de tratamento de esgotos.

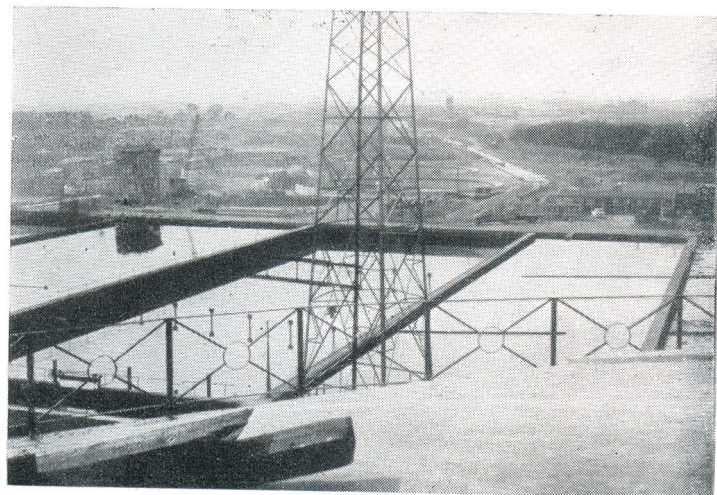
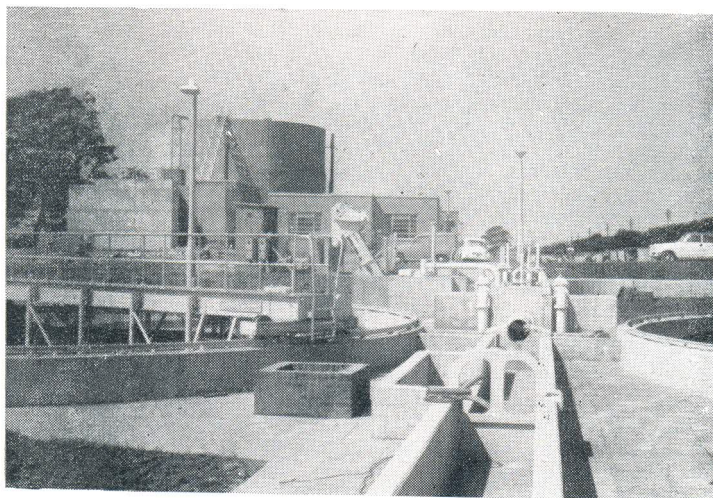


Fig. 6 — MANCHESTER, INGLATERRA — Ampliação da ETE Davyhulme.

dominante do tratamento biológico por lodos ativados, mesmo nos casos em que é grande a parcela de resíduos líquidos industriais no volume de esgotos tratados. Contrariando tendências existentes há cerca de dez ou doze anos atrás, quando aos filtros biológicos se atribuíam tais qualidades, a consideração atual é de que o tratamento por lodos ativados oferece melhores condições para controle operacional e se adapta mais facilmente a cargas de choque devidas a resíduos industriais que afetam o ambiente biológico essencial ao tratamento.

No tratamento por lodos ativados prevalece como técnica de aeração a assim chamada aeração mecânica ou superficial, sendo mais comum na Inglaterra o uso dos equipamentos Simplex de fabricação da Ames Crosta Mills. No que se refere a esse tipo de equipamento e a outros destinados à mesma finalidade, encontramos interessante estudo na Estação de Tratamento de esgotos Davyhulme em Manchester, atualmente em fase de grande ampliação e que no momento recebe os esgotos de cerca de 830.000 pessoas (capacidade média diária de aproximadamente 76,5 milhões de galões imperiais, ou seja, cerca de 3,5 m³/s). Quando ampliada poderá receber até 165 milhões de galões por dia, sendo que as obras e a operação se acham sob a gerência geral de James McNicholas, reputado como eminente autoridade no tratamento de esgotos. Nessa estação, que funciona desde 1935, a instalação inicial de aeração utilizou-se de ar comprimido e difusores de ar nos tanques de movimento espiral ("spiral-flow"), mas desde então foi posta a funcionar, em escala bastante ampla, uma instalação experimental com aeradores mecânicos Simplex a fim de cotejar eficiências dos dois tipos de equipamento; esse mesmo espírito levou a serem experimentados outros tipos de equipamentos de aeração, sendo que por ocasião de nossa visita funcionavam a instalação de ar difuso, unidades Simplex, um conjunto usando pás Sheffield para aeração mecânica e, finalmente, a unidade de aeração com escovas Kessener. Essas instalações são do tamanho das unidades normais e permitiram comparações adequadas de funcionamento e operação, entre todas elas a fim de que a seleção para a parte nova de Dayhulme fosse feita com o melhor critério possível; a escolha final recaiu nos aeradores Simplex de um modelo mais recente e que também lá foram experimentados. Esses estudos piloto revelam uma ação cautelosa que utiliza os esgotos a serem futuramente tratados e permitem estabelecer com segurança um padrão de eficiência desejado para a estação a construir e representam uma forma de agir recomendável no sentido de garantir a melhor aplicação de fundos públicos.

Outras duas estações que visitamos estavam em fase final de obras, e foram respectivamente: a) Bolton — com capacidade de 80 milhões de galões por dia, ou seja, cerca de 4 m³/s e b) Worsley — estação pequena para 50 litros por segundo na estiação e cerca de 400 litros por segundo de vazão máxima (sistema combinado de esgotos e água pluvial). Essas duas estações também apresentam tratamento em ciclo completo com aeração mecânica (Simplex).

2.2 — Stevenage — Institute of Sewage Purification

A cidade de Stevenage, nas proximidades de Londres, abriga o Water Pollution Research Laboratory (Laboratório de Pesquisas de Poluição de Água) que é parte do Departamento de Pesquisa Científica e Industrial. A finalidade desse Labora-

tório é de realizar pesquisas de caráter científico e também aplicada, atendendo tanto ao governo como à indústria no que se refere a questões de poluição de água. Seu diretor atual é o dr. B. A. Southgate de fama internacional e que nos visitou por ocasião do I Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, e com ele mantivemos uma interessante palestra sobre problemas de aproveitamento de águas que tenham teor elevado de poluição. Num caso muito peculiar referente às cabeceiras do rio Lee, perto de Luton, a nordeste de Londres, foi-nos mostrado um exemplo de tratamento biológico de alta eficiência combinando várias modalidades a fim de dar qualidade praticamente de água potável ao efluente da estação já que este vem a representar as primeiras águas do rio e que estas têm utilização logo a juzante. A garantia de possível utilização de águas está assim intimamente associada a medidas convenientes e tomadas em tempo adequado, de controle de poluição; o problema envolve também a operação e conservação das estações de tratamento, o que em última análise se reflete nos projetos e construção das mesmas, assim como na qualidade dos seus equipamentos. No Laboratório dirigido pelo dr. Southgate apreciamos estudos sobre o tratamento com filtros biológicos, lodos ativados (aeração mecânica), estudos sobre fossas sépticas, e o efeito de detergentes na sua ação e a combinação de fossas sépticas com filtros biológicos para pequenas comunidades.

2.3 — Londres — Serviço de água

Na extraordinária cidade que é a Capital da Inglaterra nosso principal interesse residu no seu serviço de água a cargo do Metropolitan Water Board (MWB). Esta entidade, fundada em 1903 para assumir responsabilidades que até então estavam afetas a oito companhias que se encarregavam de abastecer Londres, tem uma área de ação de 540 milhas quadradas (cerca de 1 350 quilômetros quadrados) abrangendo diversas municipalidades e onde residem aproximadamente 6 300 000 pessoas. O consumo médio diário é da ordem de 1,5 milhões de metros cúbicos (máximo já verificado é de 1,88 milhões). Estes últimos números referem-se a 1961-1962, sendo a média atual estimada já em 1,8 milhões de metros cúbicos diários.

Os mananciais que servem Londres são os rios Tamisa e Lee e os poços e fontes do Vale do Lee e da área de Kent, sendo o Tamisa fornecedor de 2/3 do volume total cabendo ao Rio Lee cerca de um sexto e o restante às outras fontes. Todo o crescimento futuro do abastecimento se fará agora visando o Tamisa, já que o Rio Lee e os poços estão explorados nos limites das suas capacidades.

O rio Tamisa tem suas águas retidas por uma barragem vertedor (Teddington Weir) perto de Londres; a juzante desse ponto suas águas sofrem o efeito das marés e não são utilizadas para o abastecimento potável, o que só é feito pelo MWB a montante desse local, ou seja, a oeste de Londres. Antes de chegar a Londres, no seu curso que tem direção geral de oeste para leste, o Tamisa passa por área intensamente utilizada para fins agrícolas, e onde há também grande desenvolvimento industrial, sendo a população da bacia acima dos pontos de captação de água superior a 3 milhões de habitantes em cidades como Windsor, Oxford, Redding, e em outras comunidades, cujos esgotos e resíduos líquidos industriais têm o Tamisa como destino final. A necessidade de usar o rio como manancial abastecedor de Londres e reduzir o nível de poluição a um ponto que permita aproveitar as suas águas

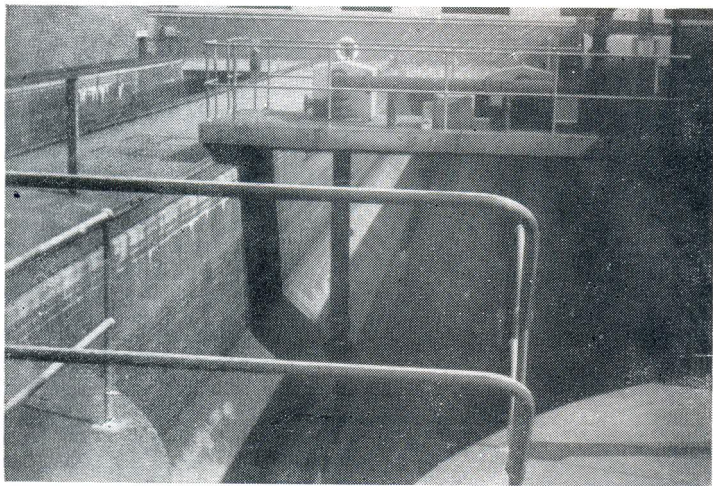


Fig. 7 — MANCHESTER, IN-
GLATERRA — ETE Davyhulme
— Caixas de areia Ames Crosta
Mills — da nova fase.

Fig. 8 — MANCHESTER, IN-
GLATERRA — ETE Davyhulme
— Lodos ativados com os asper-
sores para quebrar a espuma
devida a detergentes.

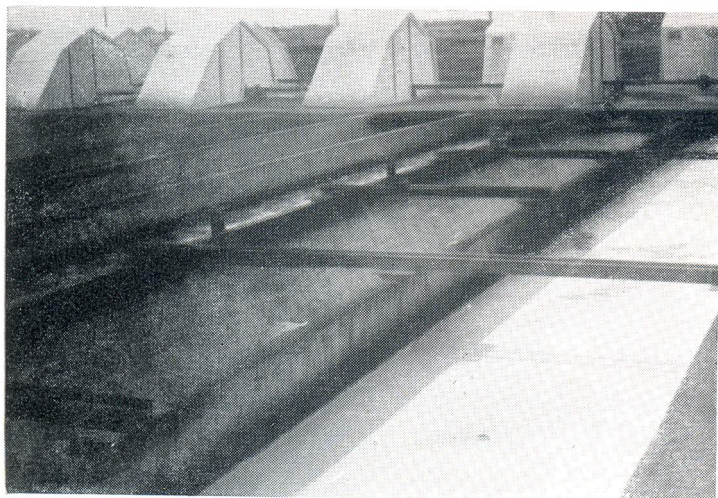


Fig. 9 — MANCHESTER, IN-
GLATERRA — Estação piloto na
ETE Davyhulme. No primeiro
plano vêm-se as escôvas Kesse-
ner funcionando e atrás os abri-
gos das pás Sheffield.

Fig. 10 — LONDRES, Northern Outfall Works — Decantadores primários.

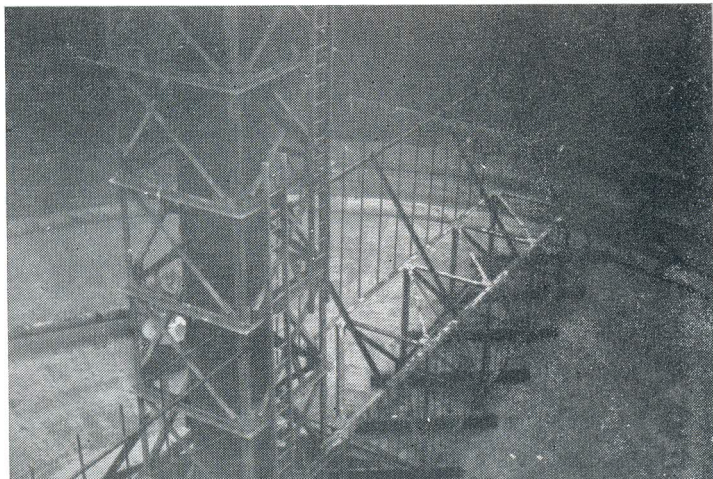
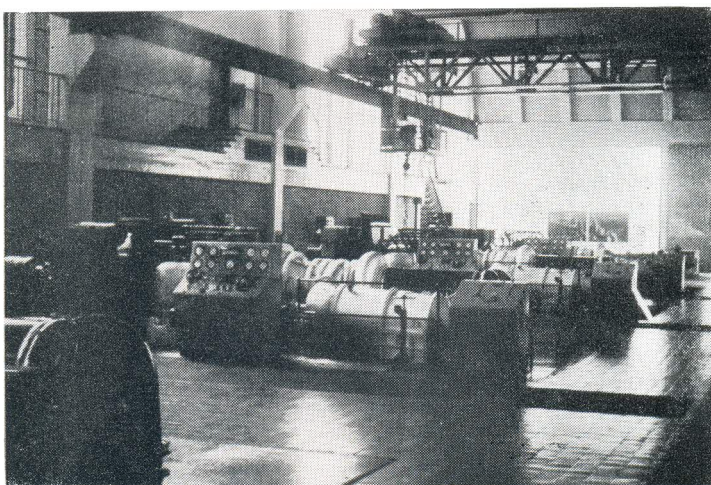


Fig. 11 — LONDRES, Northern Outfall Works — Adensador de lodos.

Fig. 12 — LONDRES, Northern Outfall Works — Turbinas a gás para produção de energia — usa gás de esgoto (interior da Casa de Fôrça).



como fonte para abastecimento potável obrigou as autoridades a manterem um programa de controle de poluição que leva cidades, indústrias, enfim, todos os responsáveis por esgotos e resíduos líquidos industriais a fazerem tratamento completo, via de regra, de suas descargas para torná-las aceitáveis no Tamisa como receptor e não comprometerem o aproveitamento de suas águas. A importância de um tratamento de esgotos de alta eficiência e rigorosamente operado pode ser entendida melhor se lembrarmos que as vazões mínimas do Tamisa registradas no seu ponto de aproveitamento são inferiores a 10 metros cúbicos por segundo.

As condições de poluição das águas do Tamisa e a necessidade de armazenamento para garantia de quantidade originam o primeiro aspecto peculiar do sistema de água de Londres: — seus reservatórios de retenção de água bruta (não tratada) por períodos de 15 (às vezes menos) até 50 dias, conforme a demanda. Na reduzida bacia do Tamisa não há possibilidade de se estabelecer reservatórios de regularização ao longo do rio, o que levou o MWB à técnica de desviar as águas do rio através de canais de derivação dotados de grades para deter corpos flutuantes e em seguida bombeá-las para reservatórios constituídos artificialmente mediante escavações no terreno natural e/ou ereção de diques em volta; a política do MWB é de criar novos reservatórios sempre que possível para garantir-se adequadamente quanto à quantidade de água, e também no que se refere à qualidade da mesma, já que nesses reservatórios observa-se alta redução de matéria em suspensão na água e drástica eliminação das bactérias de origem intestinal e de micro-organismos patogênicos presentes nas águas do rio. Observa-se uma estabilização na qualidade das águas e uma garantia de que súbitas flutuações possíveis de ocorrerem no rio não serão refletidas nas águas do reservatório. O problema nesses reservatórios é ligado à proliferação de algas e à criação de gosto e cheiro nas águas e dificuldades na filtração, o que traz a necessidade de um controle operacional permanente e delicado nos reservatórios e nas estações de tratamento que se seguem aos mesmos. O controle de algas nos reservatórios se faz com o emprêgo de sulfato de cobre; é interessante observar que entre outras algas aparecem variedades de *Microcystis*, *Anabaena* e também *Oscillatoria*, a denotar poluição orgânica nas águas. Na saída dos reservatórios para efeito de controle de certos organismos ("Müssels") que causam problemas de obstrução é aplicada a cloração.

No que respeita ao tratamento dessas águas, o MWB desenvolveu uma técnica característica de dupla filtração considerada pelos seus técnicos mais vantajosa do que a utilização do assim chamado tratamento clássico (coagulação — floculação — decantação — filtração) ou outras formas mecanizadas. Visitámos as estações de tratamento de água de Ashford Common que tratam 90 milhões de galões por dia (pouco mais de $4 \text{ m}^3/\text{seg}$) e a de Hampton, cuja capacidade é de 120 milhões de galões por dia (cêrca de $5,3 \text{ m}^3/\text{seg}$) e que se constitui na maior estação de tratamento de Londres.

A dupla filtração consiste na passagem inicial da água por uma filtração primária a uma taxa de 120 metros cúbicos por metro quadrado por dia e que é realizada por telas metálicas de abertura reduzida ("micro-strainers") em Ashford Common ou por filtros rápidos de areia em Hampton, e a seguir a filtração secundária em filtros lentos de areia onde a taxa de aplicação é da ordem de $4 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$. Apesar da experiência com as telas em Ashford produzir resultados adequados, prevalece a idéia no

MWB de que são melhores os filtros rápidos de areia na filtração primária, especialmente por uma ação biológica (evidente auxílio na oxidação da amônia presente na água dos reservatórios) que é perdida quando os "micro-strainers" são usados. A filtração lenta é importante para a remoção do silte coloidal carregado pelo Tamisa; nesses filtros lentos de Londres, cujo projeto obedece a moldes clássicos, o que há de mais interessante é a pesquisa de métodos para a limpeza periódica das camadas superficiais da areia, desde a tradicional operação manual com rastelagem ou usando pequenos tratores especialmente projetados, até a mais complicada maquinaria hidráulica que viaja sobre cada leito filtrante e realiza de maneira automática toda a operação de revolvimento e lavagem (ao que parece, o que melhor se obteve até aqui para filtros de grandes dimensões são os pequenos tratores).

Quanto à cloração, existe em geral nas estações, flexibilidade na aplicação para fazer a pré-cloração ou aplicação final de cloro, servindo o cloro para as operações de desinfecção, e também para as operações de controle de gosto e cheiro e de crescimentos biológicos; o carvão ativado é excluído em razão do seu preço elevado.

As nossas entrevistas com os Drs. E. Windle Taylor e J. Ridley, respectivamente, Chefe e seu subalterno imediato no Laboratório do MWB (Water Examination Department), nos permitiram verificar a dependência que o sistema de Londres tem do sistema de controle de poluição das águas do Tamisa; o método de tratamento de água da dupla filtração apresenta resultados que outros métodos de tratamento poderiam oferecer, tendo sido adotado por ser operacional e economicamente melhor para o MWB e não por oferecer melhor tratamento, concluindo-se daí que a certeza do MWB poder produzir água potável adequada reside na garantia de bom funcionamento do sistema que reduz a poluição do Tamisa de maneira uniforme e constante a nível que permite utilizá-lo como manancial para um sistema de abastecimento de água potável. No decurso dessas entrevistas, focalizamos o caso da eventual ampliação do uso da represa Billings como manancial potável, examinando então os resultados dos exames e análises efetuados nela a partir de maio de 1963 e colhemos a opinião de que é perfeitamente aceitável o aproveitamento da represa; é evidente que o estudo de tal aproveitamento revelaria até que volume isso se poderia fazer, assim como também de que maneira se deveria fazer o controle de poluição a montante da represa, instalando-se um sistema de tratamento de esgotos a montante de um manancial de onde se poderia tirar uma determinada vazão a ser estabelecida considerando devidamente os possíveis usos da água na região. A poluição resultante de resíduos industriais precisa de especial atenção. No tocante à questão de "virus" trazidos pelos efluentes de esgotos e que podem passar à água de abastecimento, a manutenção de residual de cloro "livre" parece oferecer a chave de seu controle e eliminação.

O sistema de água de Londres é uma entidade em expansão com obras novas, em andamento constante. A partir do fim da II Guerra Mundial (1946) as aplicações em obras superam 25 milhões de libras, o que significa ao câmbio atual da ordem de 70 milhões de dólares, quantia bem expressiva. A estação de tratamento de Ashford Common acima referida, data de 1958; em 1960 foi completado um túnel para levar água do Tamisa a oeste de Londres para o reservatório de nordeste reforçando o abastecimento do rio Lee, sendo êsse túnel um conduto

Fig. 13 — LONDRES, Northern Outfall Works — Casa de fôrça — Power Station.

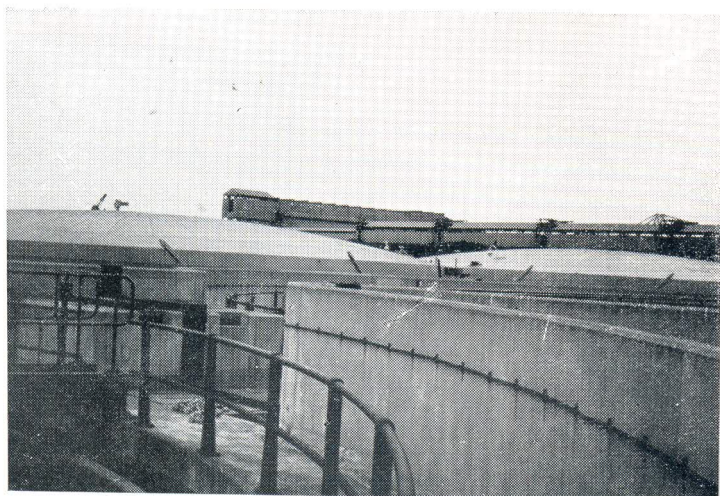


Fig. 14 — LONDRES, Northern Outfall Works — Digestores fechados.

Fig. 15 — LONDRES, Northern Outfall Works — Pás de aeração mecânica — lôdo ativado antigo.

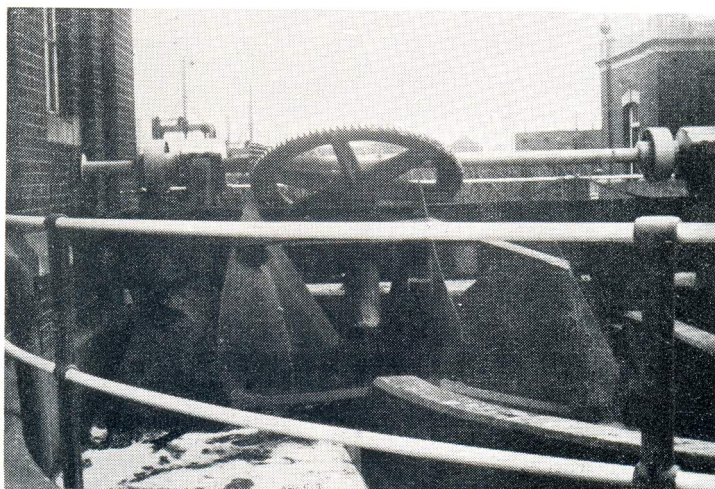




Fig. 16 — LONDRES, Northern Outfall Works — Activated sludge tank — Tanques de lodos ativados.

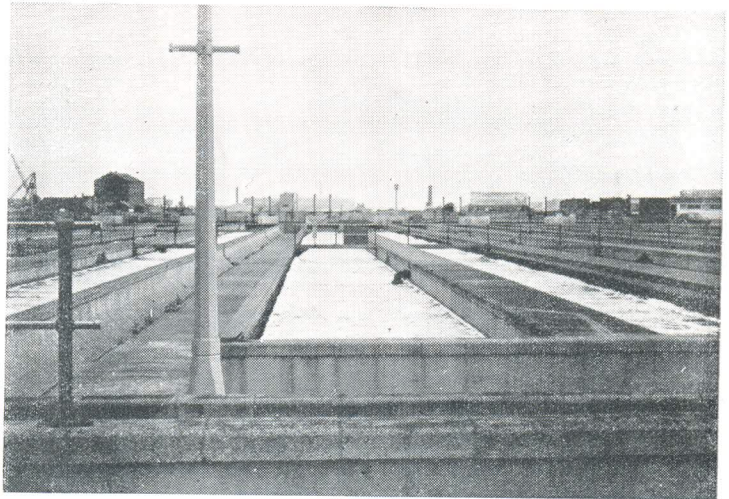


Fig. 17 — LONDRES, Northern Outfall Works — Tanque de lodos ativados.

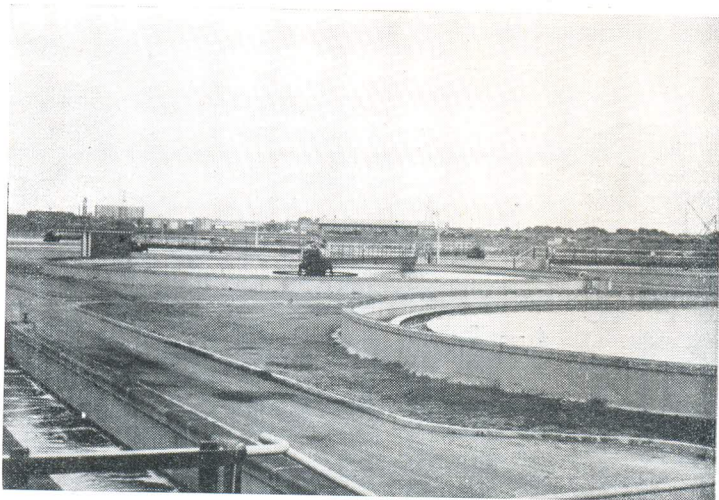


Fig. 18 — LONDRES, Northern Outfall Works — Decantadores secundários.

livre circular de 2,55 metros de diâmetro (8 pés e 6 polegadas) e 30 quilômetros de extensão, aproximadamente; vários novos reservatórios de água bruta foram estabelecidos observando-se que a expansão atinge todos os setores do sistema.

Como complemento de nossos contactos com o problema de água de Londres tivemos a oportunidade de visitar as renomadas indústrias Harland Pump Co. (fabricantes das bombas de recalque Harland e também das assim chamadas "rotovalves" dispositivos para controle das canalizações e anti-golpe de ariete, sob licença da Morgan & Smith dos USA) e a George Kent Co., conhecida fábrica de hidrômetros e de outros tipos de medidores (Venturi, tubo Dall, controladores de perdas, etc.).

2.4 — Londres — Tratamento de esgotos

Também na Capital da Inglaterra procuramos aquilatar as técnicas e o grande desenvolvimento existente nas atividades de tratamento de esgotos e defesa dos cursos de água. As descargas de esgotos de Londres não afetam o trecho do Tâmsa em que este é aproveitado como manancial, e sim a região abaixo da barragem vertedora de Teddington, ou seja, a zona portuária e o estuário do Tâmsa, mas ainda assim o rio é cuidado e protegido. O tratamento de esgotos é feito parcialmente em ciclo completo com elevada eficiência. Assim, por exemplo, a estação denominada Northern Outfall Works do London County Council e que é a maior de Londres na atualidade, promove a redução da BOD de 270 miligramas por litro para 5, no tratamento em ciclo completo. Essa estação emprega o método de lodos ativados e sua capacidade é de 200 milhões de galões por dia (pouco mais de 9 m³/seg.) em ciclo primário, podendo tratar em ciclo completo 70 milhões de galões por dia (o sistema de esgotos de Londres é unitário). Calcula-se em 4 milhões de pessoas os contribuintes para a estação.

As principais unidades do Northern Outfall Works são: caixa de areia (a limpeza é manual, assim como a manobra de comportas de entrada é manual usando equipamento hidráulico de comando), grades mecanizadas, decantadores retangulares (4 hs. de detenção), tanques de aeração com difusores (parte dos tanques apresenta o "spiral flow" e parte é do tipo "furrow") e decantadores finais. Os lodos recolhidos dos decantadores sofrem adensamento antes da digestão e a seguir passam a digestores fechados (período reduzido de detenção — cerca de 3 dias) e a seguir a digestores finais abertos onde sofrerão adensamento e de onde serão retirados para os barcos que os levarão ao mar. A digestão em tanques fechados objetiva a produção de gás suficiente para o funcionamento das turbinas geradoras; os equipamentos da estação são totalmente tocados por energia produzida com gás da própria estação. A digestão completa não é visada. Ainda podem ser observados na estação os antigos aeradores mecânicos dotados de pás (a estação começou a funcionar em 1935 e a sua última ampliação deu-se em 1958). O efluente final dela é uma mistura de efluente primário, de efluente secundário e de excesso de vazão dos coletores na época de chuvas.

Outra estação de Londres, e que será a maior da cidade, é a Southern Outfall Works também do London County Council, também tratará os esgotos por lodos ativados e nesta a escolha de equipamento recaiu já na aeração mecânica que será feita com enorme bateria de cones "Simplex".

3 — FRANÇA

Neste país, a nossa breve permanência restringiu as observações a Paris e nesta interessou-nos especialmente a questão de abastecimento de água derivado do rio Sena que apresenta condições de poluição relativamente elevadas. Visitamos as "Installations Filtrantes de Mont-Valérien" pertencentes à Compagnie des Eaux de La Banlieue de Paris (entidade particular). Essa estação de tratamento retira água do rio Sena num ponto onde há intenso tráfego fluvial no rio, onde há descargas de esgotos próximas, onde enfim a poluição é caracterizada à vista do rio; a água captada é tratada em parte na estação antiga de filtros lentos (100 000 metros cúbicos por dia) e em parte numa estação recente com unidades Pulsator e filtros Aquazur instalados pela firma Dégremont (50 000 m³ por dia). Algumas amostras de água bruta mostraram-nos que os teores de coliformes variam de 300 000 a 9 milhões por litro, a matéria orgânica de 1 a 4 gramas/m³, a amônia de 0,2 a 4 gramas/m³, a turbidez pode ser relativamente elevada, a cor acentuada (verde-marron) e grande a quantidade de algas que afetam especialmente a estação de filtros lentos cuja conservação é relativamente pobre; a estação de filtros rápidos aparenta muito boa conservação, é bastante compacta e utiliza os seguintes reagentes químicos no ciclo de tratamento: — cloro para pré-cloração (cerca de 3 mg/litro), Nalcolite-aditivo para auxiliar a floculação (1 mg/litro), Carvão ativado — para redução de cheiros e gosto (30 mg/litro) e sulfato de alumínio (20 mg/litro), e bióxido de cloro (Cl O₂) para desinfecção de água filtrada. A qualidade da água resultante é boa.

Visitamos ainda a estação de tratamento de águas de Versailles (Station Louvecienne) e o curioso monumento histórico que é a estação de bombas de Versailles posta a funcionar no período de Luiz XIV (século XVIII); a estação que trata 65 milhões de litros por dia (irá a 100 000 m³, brevemente) tem operação automática (apenas 5 pessoas lá trabalham) e funciona com vazão variável já que alimenta diretamente a rede e os reservatórios do sistema acham-se a montante do tratamento. Em função do nível de uma cisterna de onde a água sai para a rede, são postas a funcionar 9 diferentes combinações de bombas recalcando água bruta dos reservatórios para o tratamento que se faz assim em função da demanda da rede. Os filtros usados são do tipo Aquazur.

Outro ponto de interesse visitado em Paris foi a Station d'Essai de Poissy — estação piloto para ensaio de vários métodos de lodos ativados. São quatro instalações que tratam 140 metros cúbicos por hora.

Um aspecto interessante observado também na França, e que já encontramos na Inglaterra, é o da preferência na Europa pelos métodos de lavagem de filtros usando misturas de ar e água, reputados mais eficientes que a simples lavagem com água, mesmo quando existe lavagem superficial. Acreditam os técnicos europeus que mesmo nos Estados Unidos a lavagem com ar acabará por se impor.

4 — HOLANDA

As principais cidades da Holanda, ou sejam, Amsterdam, Haya e Rotterdam, derivam seu abastecimento de água do rio Reno. As duas primeiras utilizam-se da água do rio tratando-a inicialmente em filtros sem prévia adição de produtos químicos a fim de remover materiais grosseiros, para a seguir



Fig. 19 — LONDRES, Northern Outfall Works — Secagem de lodo ao ar livre (lodo parcialmente digerido nos digestores).

Fig. 20 — LONDRES, Northern Outfall Works — Digestão e secagem de lodo ao ar livre.

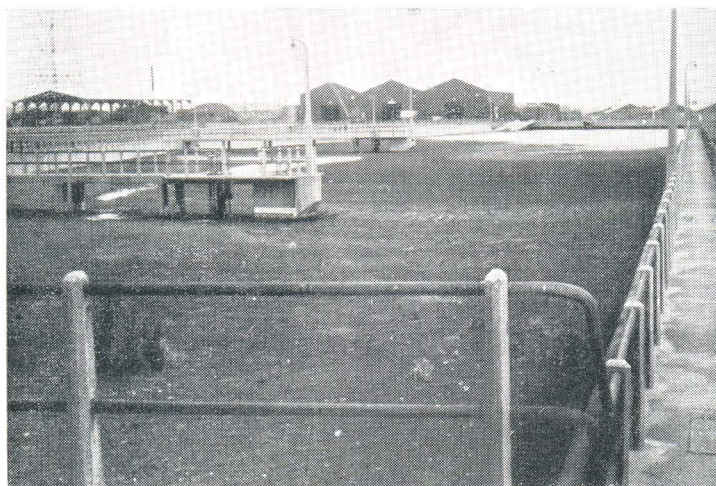


Fig. 21 — LONDRES, Northern Outfall Works — Embarque de lodos digeridos para lançamento no mar.

Fig. 22 — LONDRES, Northern Outfall Works — Canal efluente.

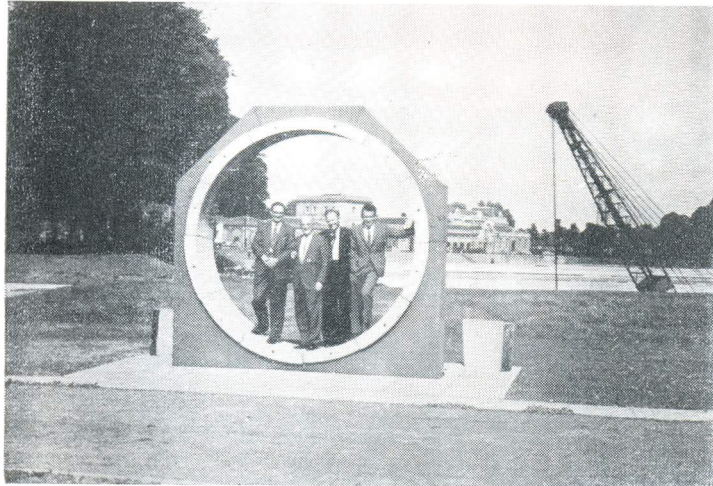
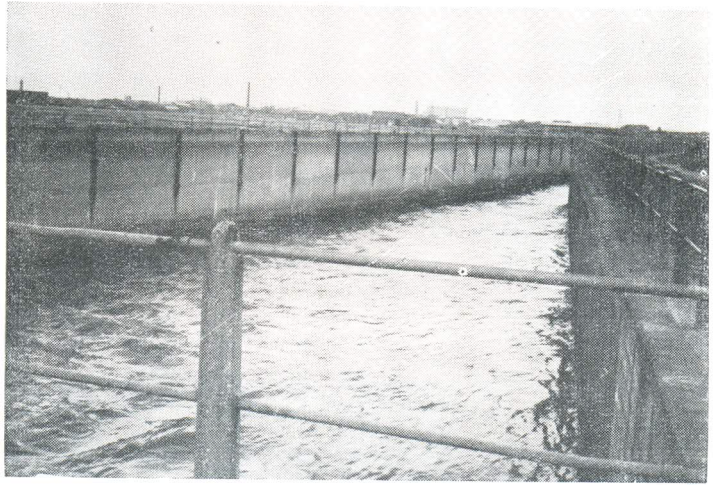


Fig. 23 — LONDRES — ETA Hampton — No ponto onde começa o túnel de 2,55 m de diâmetro que atravessa Londres — aspecto da secção do túnel. Ao fundo, a escavadeira trabalha num filtro lento em reforma.

Fig. 24 — LONDRES — ETA Hampton — Conjunto de motores-bombas e geradores da estação. O edifício ao lado apresenta a instalação de caldeiras onde carvão é queimado para produção de vapor e de energia.



proceder com essa água a recarga do lençol subterrâneo nas dunas paralelas ao mar e que representa a fonte tradicional de abastecimento. A água retirada das dunas é tratada a seguir em filtros lentos, não havendo desinfecção final. Já Rotterdam utiliza o tratamento da água de modelo clássico: coagulação, floculação, decantação, filtros rápidos de areia e cloração final. A água tratada é de boa qualidade, oferecendo, ocasionalmente, problemas de gosto e cheiro.

O rio Reno ao atingir a Holanda traz enorme carga poluidora e a sua situação tem sido objeto de entendimentos internacionais; a Alemanha já decidiu empreender um programa de controle de poluição no Reno a fim de não criar dificuldades maiores à Holanda, cujos sistemas de abastecimento de água se ressentem de piora gradual das águas do Reno. Na viagem que, em seguida, empreendemos à Alemanha pudemos apreciar mais de perto o programa acima referido em ação na bacia do rio Emscher.

Desejamos fazer uma referência final, relativa ao fato de termos visitado ao Waterloorkundig Laboratorium no Instituto Tecnológico de Delft que é a mais elevada instituição de ensino de engenharia na Holanda. Aquêle Laboratório de Hidráulica encarga-se de estudos relativos à Engenharia Hidráulica e Sanitária não só para a Holanda, como também para países estrangeiros, e a sua competência é indiscutível. Apreciamos ali, diversos estudos em modelo reduzido relativos à construção de novos diques e formação de "polders" para reaproveitamento de terras, assim como obras de regularização do estuário do Reno (delta ao sul de Rotterdam). Neste último modelo estão reproduzidos 150 quilômetros do curso do rio à leste de Rotterdam, e aí até os efeitos da rotação da terra sobre as marés e ondas tiveram de ser simulados.

5 — ALEMANHA

Nossas atividades neste país centralizaram-se em Essen e Dusseldorf, esta última, a capital da Província NordRhein — Westfalen (Renância do Norte — Westfália). Interessavam-nos particularmente as atividades das assim chamadas Associações de Rios, órgãos formados e administrados pela reunião de entidades públicas e particulares interessadas numa bacia hidrográfica sob as diretrizes emanadas de leis especiais promulgadas pelo Estado Prussiano por volta do início deste século. Damos a seguir os detalhes de nossas visitas às Associações dos rios Ruhr, Emscher e Lippe.

5.1) — Bacia do rio Ruhr

O rio Ruhr é um curso de água destinado a funcionar como manancial para ser aproveitado para abastecimento doméstico e industrial. Sua bacia tem a área de 2 400 Km² e seu curso tem extensão de aproximadamente 220 Km, sendo a vazão média do rio de 75 m³/seg. Na bacia acham-se 2,2 milhões de pessoas, mas cerca de 5 milhões de pessoas representam a população abastecida já que parte de suas águas são retiradas para abastecimento de bacias vizinhas como é o caso da bacia do rio Emscher. O controle dos volumes de água na bacia cabe à entidade RUHRTALSPERRENVEREIN, que fundada em 1899 como entidade particular, acabou mediante lei especial transformada na atual Associação em 1913. Constrói as barragens do rio e responde

pela administração do mesmo no que tange à quantidade de água.

Relativamente à qualidade da água do rio e a sua proteção contra a poluição que impeça seu uso como acima indicamos, existe outra associação que trabalha intimamente ligada à primeira que já referimos, e esta é a RUHRVERBAND que tem como seu mais ilustre colaborador o dr. Karl Imhoff. Também por lei de 1913, recebeu essa associação o encargo de exercer o controle de poluição no rio Ruhr e hoje encontram-se sob sua operação:

- 92 estações de tratamento de esgotos,
- 4 reservatórios de acumulação,
- 37 estações elevatórias,
- acima de 300 quilômetros de coletores,
- 6 usinas hidro-elétricas,

tendo também instalado numerosas estações para tratamento de resíduos industriais tóxicos.

O Ruhrverband tem desde 1938 uma direção comum com o Ruhrtalsperrenverein uma vez que seus objetivos legais são interligados e ambos são entidades autárquicas. Os recursos do Ruhrverband resultam dos pagamentos daqueles que descarregam efluentes poluidores no rio e daqueles que se beneficiam com as águas limpas do rio, isto é, cidades, indústrias, sistemas de abastecimento de água. São elementos que influem no custo dos serviços e portanto no pagamento a ser feito, o volume de água, os sólidos e a BOD.

O Ruhrverband procura manter nas águas sob seu controle os seguintes índices:

- 65% de oxigênio de saturação
- BOD da ordem de 5 miligramas/litro

Nas suas estações de tratamento os efluentes descarregados devem apresentar cerca de 20 mg/l de sólidos e aproximadamente o mesmo valor para a BOD.

Tivemos oportunidade de visitar em Essen a primeira estação de lodos ativados projetada pelo dr. Karl Imhoff e nosso cicerone em tal visita, foi seu filho, Engenheiro Klaus Imhoff, também do Ruhrverband (de que seu pai é hoje um consultor de alto nível). Essa estação apresenta os antigos tanques Emscher-Imhoff no ciclo primário, e a estação de lodo ativado foi alterada para "step-aeration" prática normal hoje na Alemanha.

Visitamos ainda a moderna estação de Essen-Werden com tratamento biológico de 2 estágios: lodo ativado (40 minutos de detenção) e filtros biológicos (construídos com 3,80 m de leito de pedra), e também a estação de Heilinge-Haus que lida com resíduos de indústria metalúrgica e que emprega tratamento químico e lodo ativado (com escovas Kesener).

Interessou-nos profundamente o aspecto de re-uso da água do Ruhr que sofre diversas operações em que se alternam retiradas e descargas. Em Essen pudemos testemunhar um aspecto de tomada de água logo acima do ponto de descarga de efluentes de esgotos, o que propiciou uma recirculação de esgotos em recente período de seca (1959); o rio desapareceu na ocasião e o efluente era retornado por bombeamento, tratado como água e utilizado. Não ocorreu nenhum problema de gosto, cheiro ou doença, observando-se apenas elevação do teor de cloratos do usual de 100 ppm (partes por milhão)

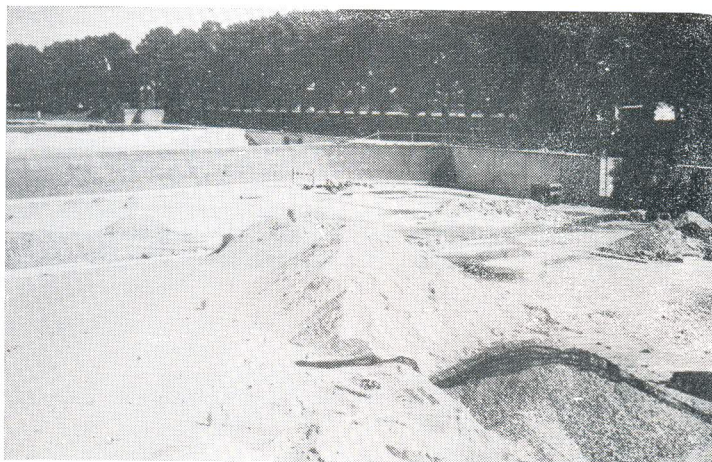


Fig. 25 — LONDRES — Metropolitan Water Board — ETA Hampton — Filtro lento de areia, em reforma.

Fig. 26 — LONDRES — Metropolitan Water Board — ETA Hampton — Filtros lentos em operação

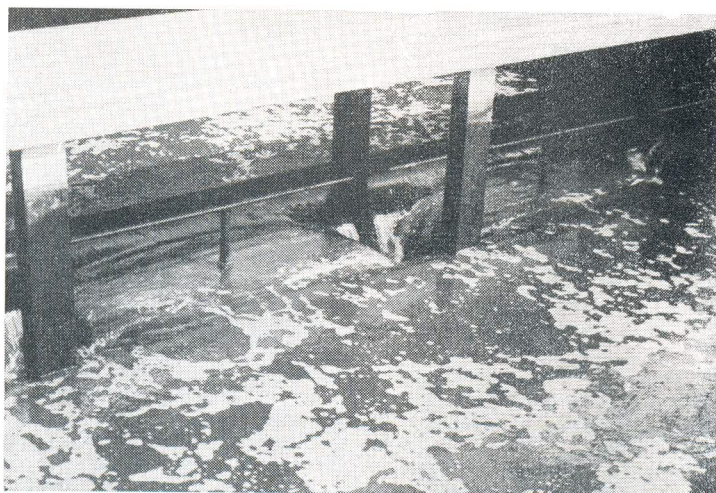
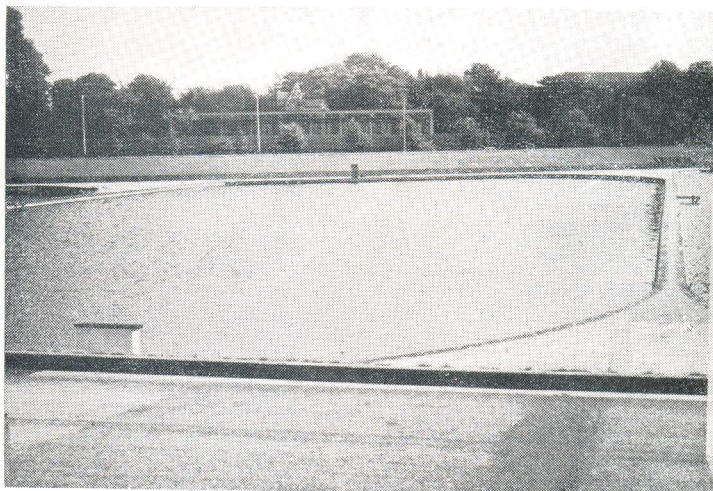


Fig. 27 — LONDRES — Metropolitan Water Board — ETA Hampton — Tratamento de água. Aspecto de lavagem do filtro rápido de areia.

Fig. 28 — LONDRES — Metro-
politan Water Board — ETA
Hampton — Lavagem de filtro
rápido de areia com ar e água.

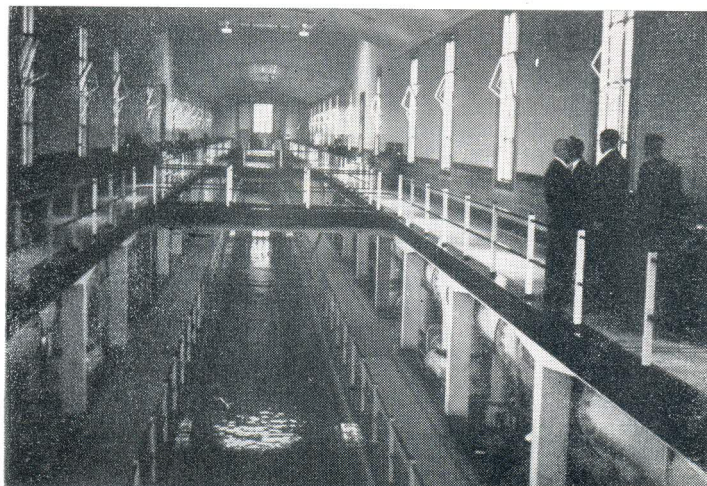
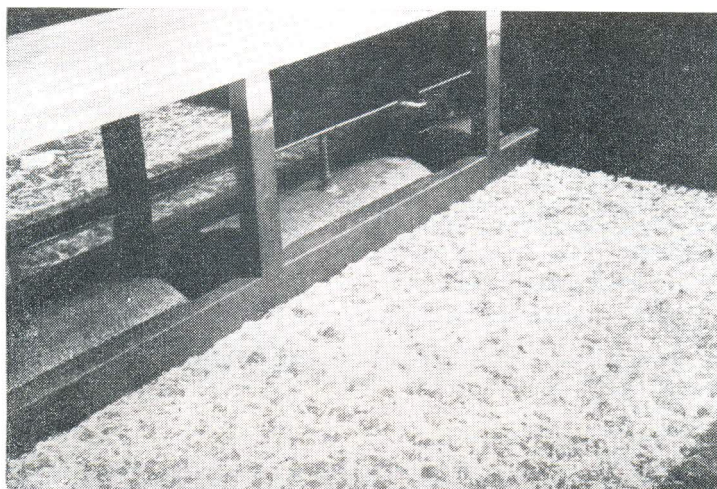
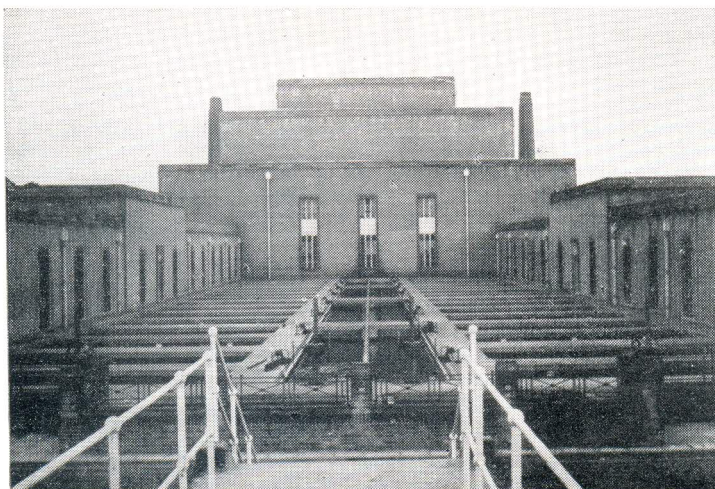


Fig. 29 — LONDRES — Metro-
politan Water Board — ETA
Hampton — Galeria de comando
de filtros e canal de água
filtrada.

Fig. 30 — LONDRES — Metro-
politan Water Board — ETA
Hampton — Filtros rápidos de
areia.



a 350 ppm. O tratamento de água nesse local, como em quase tôda a bacia do Ruhr, se faz num filtro lento natural com taxa de aplicação de $0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$. Esse filtro é obitdo removendo a capa argilosa do terreno que cobre uma camada que vai a 8 metros de profundidade e que é constituída de areia e pedregulho. Sob essa camada filtrante natural são instaladas as galerias drenantes para a coleta da água a distribuir. Foi nesse tipo de filtro que os efluentes de esgôto foram recirculados, também.

5.2 — Bacia do rio Emscher

Funciona sob o contrôle da Associação denominada EMSCHERGENOSSENSCHAFT, constituída por lei do Estado da Prússia em 1904 e cujas funções são: regularização da vazão no rio, tratamento dos esgotos e águas residuárias na bacia, operação e conservação das estações necessárias. São membros da Associação todos aquêles que descarregam esgotos e águas residuárias no rio Emscher ou seus afluentes. A autarquia é administrada por órgãos representativos dos associados, não havendo interferência do Governô federal alemão.

O rio Emscher é um grande coletor de esgotos, não sendo utilizado para outras finalidades (como vimos, a água é importada da bacia do Ruhr). O sistema de contrôle de poluição apresenta grande número de contrôle de poluição apresenta e também de bombeamento (as instalações nessa região sofrem o efeito do problema constante do abaixamento do terreno na região devido à mineração de carvão). Como instalação digna de menção especial, ressaltamos a estação de tratamento primário por onde passa tôda a água do rio Emscher, o que se constiue, talvez, em fato ímpar no mundo; o Emscher cuja vazão média é da ordem de $12 \text{ m}^3/\text{s}$ e atinge até $30 \text{ m}^3/\text{s}$ sofre gradeamento e decantação primária (para $15 \text{ m}^3/\text{s}$ — o tempo de detenção é de 40 minutos), com pequena eficiência na redução de sólidos decantáveis (30 a 40%). Outro aspecto peculiar se prende ao teor de carvão nos lodos decantados que são secados em lagoas ao lado da estação e depois levados por esteiras rolantes a uma usina termo-elétrica próxima onde são usados como combustível principal.

O efeito poluidor das águas do rio Emscher quando adentram o Reno e o acôrdo internacional que leva a Alemanha a cuidar do estado das águas no Reno, condicionaram nôvo empreendimento no Emschergenossenschaft, qual seja o de fazer o tratamento em ciclo completo das águas do rio junto à sua embocadura no Reno, antes da descarga. Tão grande empreendimento (o projeto da estação se refere a uma capacidade de $30 \text{ m}^3/\text{s}$), com enorme inversão financeira prevista levou as autoridades a extensos estudos piloto para decisão sôbre o método de tratamento a adotar e sôbre os equipamentos a utilizar. A primeira fase de experiência indicou que para as águas do Emscher cuja BOD vai de 100 a 150 ppm, e onde é grande a quantidade de sólidos com muito carvão fino e cloretos e dosagens de fenóis até 10 ppm, o tratamento por lodos ativados funcionará com mais regularidade e será controlado mais facilmente do que os filtros biológicos. A presença da quantidade considerável de resíduos líquidos dos industriais nas águas do Emscher cria maiores dificuldades nos filtros biológicos do que nos tanques de lodos ativados.

A fase seguinte de experiências se referiu a equipamentos para produzir a aeração nos tanques de

lodos ativados e as conclusões até o presente favorecem a aeração mecânica onde foram experimentados equipamentos Simplex e Simcar (ingleses), Dorr-Oliver Infilco, (Vortair); tubos difusores porosos fabricados na Alemanha ainda estão em experimentação, mas tudo indica que a prevalência caberá à aeração mecânica e talvez aos cones Simplex fabricados na Alemanha pela firma Heinrich Kopper, de Essen. Os resultados obtidos nas águas do Emscher na estação piloto levam à redução de 75% na BOD e à queda da BOD (demanda química de oxigênio) de 500 a 100 ppm.

Verificamos ainda nesta Associação que o critério de cobrança dos seus associados e membros de bacia, já não é o mesmo que o do Ruhr. Desenvolveu o Emschergenossenschaft uma fórmula característica que estabelece um custo de operação para cada água residuária baseado num critério de diluição necessária para transformá-la em água adequada às condições a serem mantidas na bacia. O resultado final, porém, é o de distribuir as despesas tôdas entre os poluidores e os beneficiados.

5.3 — Bacia do rio Lippe

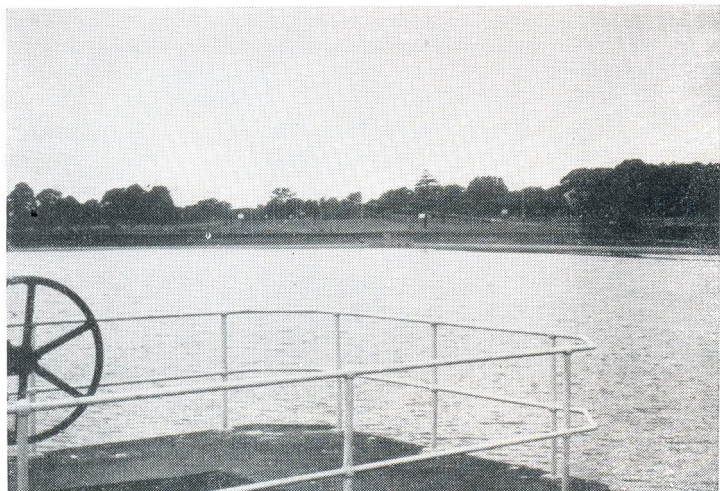
Ligada ao Emschergenossenschaft funciona a Lippeverband que cuida das águas do rio Lippe. Neste as condições a serem mantidas são outras, já que o rio deve fornecer água e atender a interesses industriais e agrícolas, embora também funcione como corpo de água receptor de águas residuárias (teor de sais no rio 1500 ppm). Mortandades de peixe ocorrem nesse rio, embora haja medidas especiais para manter sempre nêle um teor de oxigênio dissolvido (OD); para êste efeito existe num ponto crítico do rio uma instalação de aeração flutuante que emprega tubos perfurados e cuja finalidade é promover a elevação do teor de OD do O para 3 ppm. As informações colhidas indicam que o sistema funciona bem (vazão do rio $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$) embora tenha havido em 1962 perda de parte da instalação, arrastada que foi por enchentes.

Na bacia do Lippe há também curiosas estações de contrôle da toxidez das águas do rio empregando testes biológicos com peixes. Há também outros postos de amostragem permanente para contrôle a todo o tempo das águas dos rios e detecção de cargas perigosas de tóxicos lançadas nas águas.

6 — CONCLUSÃO

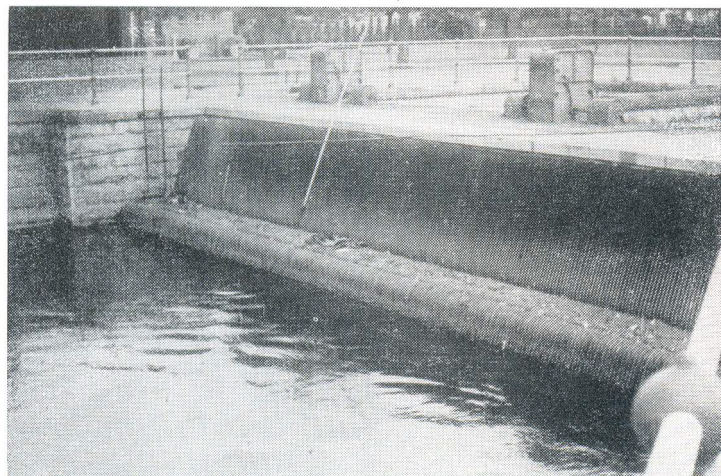
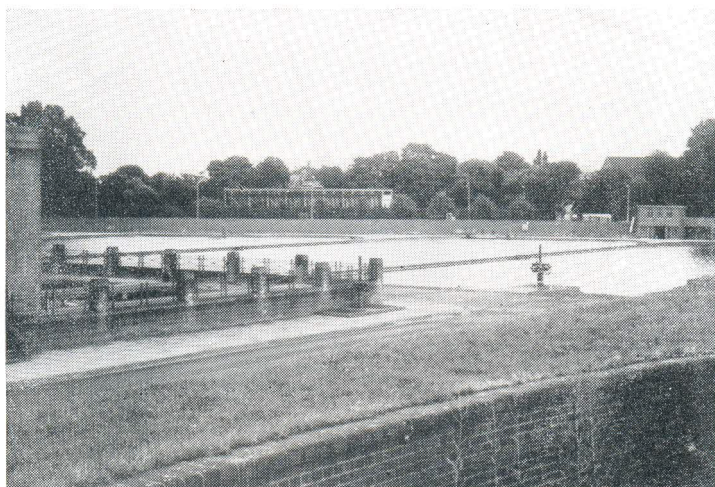
Conforme se pode verificar pelo relato acima, encontramos em muitos casos na Europa, situações em que o uso de águas que receberam anteriormente esgotos (tratados ou não) se faz apesar de constatada na água bruta a marca da poluição. Os métodos de tratamento de águas de que dispomos e o contrôle da qualidade do produto tratado permitem que as autoridades encarregadas de abastecimento de água potável possam fazê-lo com elevada margem de segurança, sem perigo de criar doença ou de repulsa por questões de gôsto ou cheiro, não obstante a história anterior da água bruta. No entanto, é preciso ressaltar o enorme trabalho que existe frequentemente em relação às águas residuárias e o contrôle de suas condições que causam objeção; referimo-nos a tôdas as medidas de tratamento de esgotos e de contrôle de poluição que são necessárias para ensejar um ciclo de utilização da água com re-uso das águas, que pode ser parcial às vêzes e até total em casos extremos.

Permitimo-nos, pois, afirmar agora que nada impede ao DAE de considerar entre os possíveis



**Fig. 31 — LONDRES — Metro-
politan Water Board — Reserva-
tório de água bruta.**

**Fig. 32 — LONDRES — Tomada
de água no Tâmis — junto ao
tanque onde funciona a sucção
das bombas.**



**Fig. 33 — LONDRES — Grades
na tomada de água no Tâmis.**

Fig. 34 — LONDRES — Outra
vista de grade na tomada de
água no Tâmis.

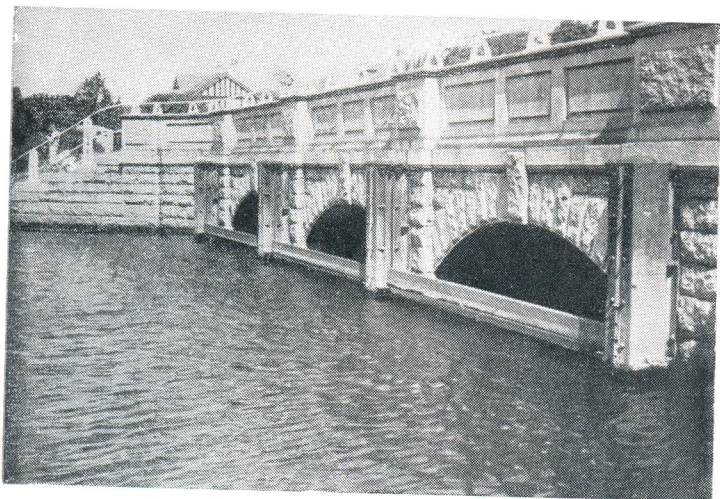
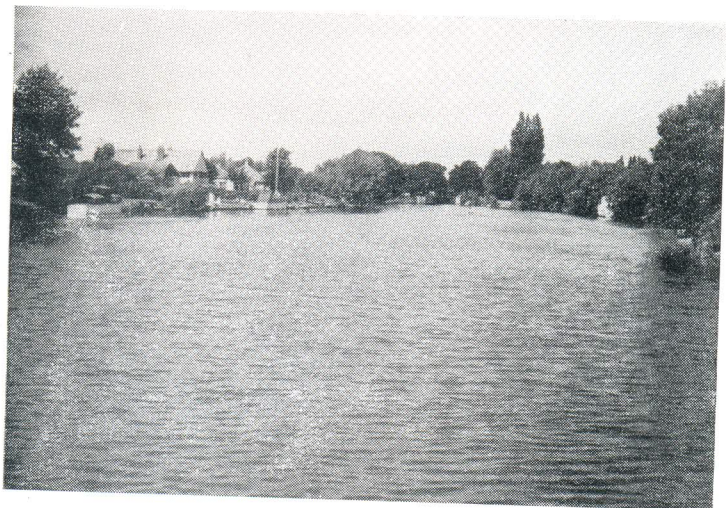


Fig. 35 — LONDRES — Deriva-
ção de água do Tâmis.

Fig. 36 — LONDRES — Vista
típica do rio Tâmis nas proxi-
midades de uma tomada de água
(as margens do rio são totalmen-
te utilizadas para moradias, clu-
bes, etc.).



mananciais visados para abastecer São Paulo a represa Billings. Seríamos precipitados se a indicássemos como primeira escolha, assim como também o seríamos se a excluíssemos de total consideração. Num planejamento adequado da utilização das águas da bacia hidrográfica Tietê-Cubatão e também da

consideração de bacias próximas, podemos, porém, indicar a possibilidade de utilizar a represa como manancial potável, além das suas outras utilizações como reservatório para usina hidro-elétrica, recreação (muito pouco aconselhável), e assim por diante.

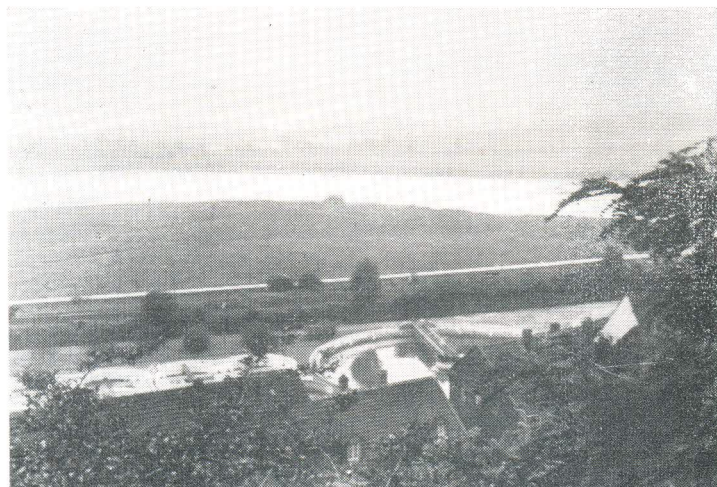


Fig. 37 — ESSEN, ALEMANHA — O primeiro plano mostra a Estação de Tratamento de Esgotos às margens do Ruhr e ao fundo se vêem as bacias de filtração de água retirada do rio. Nesse ponto deu-se a recirculação mencionada no texto.